

PATENT
2080-3-222
Customer No: 035884

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:
Jung Sig Jun
Serial No:
Filed: Herewith
For: DIGITAL TV RECEIVER

Art Unit:
Examiner:

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450


Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Korean patent application No. 10-2003-03731 which was filed on January 20, 2003, and from which priority is claimed under 35 U.S.C. Section 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: January 20, 2004

By: 
Jonathan Y. Kang
Registration No. 38,199
F. Jason Far-Hadian
Registration No. 42,523
Amit Sheth
Registration No. 50,176
Attorney for Applicant(s)

LEE, HONG, DEGERMAN, KANG & SCHMADEKA
801 S. Figueroa Street, 14th Floor
Los Angeles, California 90017
Telephone: (213) 623-2221
Facsimile: (213) 623-2211



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0003731
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 01월 20일
Date of Application JAN 20, 2003

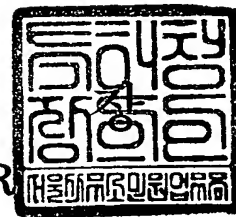
출원인 : 엘지전자 주식회사
Applicant(s) LG Electronics Inc.



2004 년 01 월 05 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2003.01.20
【국제특허분류】	H04N
【발명의 명칭】	디지털 티브이 수신기 및 심볼 클럭 복구 장치
【발명의 영문명칭】	Digital TV receiver and symbol clock recovery device
【출원인】	
【명칭】	엘지전자 주식회사
【출원인코드】	1-2002-012840-3
【대리인】	
【성명】	김용인
【대리인코드】	9-1998-000022-1
【포괄위임등록번호】	2002-027000-4
【대리인】	
【성명】	심창섭
【대리인코드】	9-1998-000279-9
【포괄위임등록번호】	2002-027001-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	전정식
【성명의 영문표기】	JUN, Jung Sig
【주민등록번호】	670130-1102111
【우편번호】	463-500
【주소】	경기도 성남시 분당구 구미동 88 까치마을 203-306호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 김용인 (인) 대리인 심창섭 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 5 면 5,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 8 항 365,000 원

【합계】 399,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 디지털 TV 수신기 및 심볼 클럭 복구 장치에 관한 것으로서, 특히 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 방식의 실수 성분과 허수 성분의 신호로 변환하여 각각 고역 통과 필터링하고 제공하여 더한 후 타이밍 에러 정보를 검출하고, 검출된 타이밍 에러 정보로부터 보정된 2배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하는 심볼 클럭 복구를 수행함으로써, 심볼 클럭 복구부에서 사용하는 정보 주변의 주파수 신호를 효과적으로 감쇄시키므로 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음이 존재하는 경우에도 정확한 심볼 클럭 복구를 수행할 수 있고 이로 인해, 심볼 클럭 복구 알고리즘의 성능뿐만 아니라 시스템 전체의 성능을 개선시킬 수 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

심볼 클럭, VSB, OQAM

【명세서】

【발명의 명칭】

디지털 티브이 수신기 및 심볼 클럭 복구 장치{Digital TV receiver and symbol clock recovery device}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 디지털 TV 수신기의 구성 블록도

도 2는 도 1의 반송파 복구부의 일반적인 구성 블록도

도 3a는 다중 경로에 의한 잡음이 없는 경우의 심볼 클럭 복구부의 전치 필터의 주파수 특성을 보인 도면

도 3b는 다중 경로에 의한 잡음이 있는 경우의 심볼 클럭 복구부의 전치 필터의 주파수 특성을 보인 도면

도 4는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 디지털 TV 수신기의 구성 블록도

도 5a 내지 도 5d는 도 4의 심볼 클럭 복구부의 각 부의 주파수 스펙트럼도

도 6은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 디지털 TV 수신기의 구성 블록도

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

104 : A/D 변환부 105 : 위상 분리기

106 : 반송파 복구부 201 : 재샘플링부

202 : 고정 발진자 400 : 심볼 클럭 복구부

401 : OQAM 변환부 402 : 고역 통과 필터

403, 404 : 제공기 405 : 가산기

406 : 전치 필터 407 : 가드너 위상 오차 검출부

408 : 루프 필터 409 : NCO

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<16> 본 발명은 디지털 TV 수신기에 관한 것으로서, 특히 수신된 데이터로부터 심볼 클럭을 복원하는 심볼 클럭 복구 장치에 관한 것이다.

<17> 현재 대부분의 디지털 전송 시스템 및 미국향 디지털 TV 전송 방식으로 제안된 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 8 VSB(Vestigial Side Band) 전송 시스템에서는 주파수 효율을 높이기 위하여 전송 신호에 데이터만을 실어 보낸다. 즉, 수신측에서 데이터 복원을 위하여 필요한 클럭에 대한 정보는 전송하지 않는다. 따라서, 수신측에서는 데이터만이 존재하는 수신 신호들 중에서 이들 데이터를 복원하기 위하여 송신시에 사용된 것과 같은 클럭을 생성하여야 한다. 이 역할을 수행하는 부분이 심볼 클럭 복구부이다.

<18> 도 1은 이러한 심볼 클럭 복구부가 구비된 일반적인 디지털 TV 수신기의 구성 블록도로써, VSB 방식으로 변조된 RF(Radio Frequency) 신호가 안테나(101)를 통해 수신되면 튜너(102)는 사용자가 원하는 특정 채널 주파수만을 선택한 후 상기 선택된 채널 주파수에 실려진 RF 대역의 VSB 신호를 제 1 중간 주파수(IF) 대역으로 변환하여 아날로그 처리부(103)로 출력한다. 상기 아날로그 처리부(103)는 상기 튜너(102)에서 출력되는 제 1 IF 신호에 통과대역 필터링 및 이득 등을 제어하여 상기 제 1 IF 신호를 제 2 IF 신호로 변환하여 A/D 변환부(104)로 출력한다. 상기 A/D 변환부(104)는 제 2 IF 신호를 디지털화하여 위상 분리기(105)로 출력한다.

<19> 상기 위상 분리기(105)는 상기 디지털 신호를 위상이 서로 -90° 가 되는 실수 성분과 허수 성분의 통과대역 신호로 분리하여 반송파 복구부(106)로 출력한다. 여기서, 설명의 편의를 위해 상기 위상 분리기(105)에서 출력되는 실수 성분의 신호를 I 신호라 하고, 허수 성분의 신호를 Q 신호라 한다.

<20> 상기 반송파 복구부(106)는 상기 위상 분리기(105)에서 출력되는 I, Q 통과대역 디지털 신호를 I, Q 기저대역 디지털 신호로 천이한 후 심볼 클럭 복구를 위해 심볼 클럭 복구부(107)로 출력함과 동시에 실제 데이터 복구를 위해 채널 등화, 위상 추적, 에러 정정등을 수행하는 디지털 처리부(108)로 출력한다.

<21> 도 2는 상기 반송파 복구부(106)의 일반적인 구성 블록도로서, FPLL(Frequency Phase Locked Loop)이라는 것을 사용한다. 즉, FPLL로 구성된 반송파 복구부(106)는 상기 A/D 변환부(105)에서 출력되는 통과 대역의 I, Q 신호를 기저대역의 I, Q 신호로 복조하여 주파수와 위상을 록킹한다.

<22> 도 2에서 보면, A/D 변환부(104), 및 위상 분리기(phase splitter)(105)를 통해 디지털화된 통과대역의 I, Q 신호는 반송파 복구부(106)의 복소 곱셈기(201)로 입력된다.

<23> 이때, 상기 위상 분리기(105)에서 출력되는 실수 성분(real)의 신호 $r(t)$ 와 허수 성분(imaginary)의 신호 $i(t)$ 는 하기의 수학적 식 1과 같다.

<24>
$$r(t) = \{I(t) + p\} \cos(\omega_c t + \psi) - Q(t) \sin(\omega_c t + \psi)$$

【수학적 식 1】
$$i(t) = \{I(t) + p\} \sin(\omega_c t + \psi) + Q(t) \cos(\omega_c t + \psi)$$

<25> 여기서, $I(t)$ 는 변조(modulation)되기 전의 데이터 신호이고, p 는 반송파 복구를 위하여 송신부에서 삽입하는 파일럿(pilot) 신호이다. 또한, ω_c 는 입력되는 신호에 존재하는 반송파

신호의 주파수이고, ψ 는 입력되는 신호에 존재하는 반송파 신호의 위상이다. $Q(t)$ 는 $I(t)$ 신호의 직교 신호 성분이다.

- <26> 한편, 상기 반송파 복구부(106)의 복소 곱셈기(201)는 상기된 수학식 1과 같은 통과대역 I,Q 신호에 NCO(205)에서 출력되는 기준 반송파 신호(NCOI,NCOQ)를 곱하여 상기 통과대역 I,Q 신호를 하기의 수학식 2와 같이 기저대역 I,Q 신호($I'(t), Q'(t)$)로 변환한다.

<27>
$$I'(t) = \{I(t) + p\} \cos(\Delta\omega_c t + \psi) - Q(t) \sin(\Delta\omega_c t + \psi)$$

【수학식 2】
$$Q'(t) = \{I(t) + p\} \sin(\Delta\omega_c t + \psi) + Q(t) \cos(\Delta\omega_c t + \psi)$$

- <28> 여기서, $\Delta\omega_c$ 는 수신단에서 발생하는 기준 반송파 신호(NCOI,NCOQ)와 송신단에서 사용된 반송파 신호(ω_c)의 주파수 오차(beat frequency) 성분이다.

- <29> 상기 기저대역 I,Q 신호는 저역 통과 필터(202)로 출력됨과 동시에, 심볼 클럭 복구부(107)와 디지털 처리부(108)로 출력된다.

- <30> 상기 저역 통과 필터(202)는 상기 기저대역 I,Q 신호를 저역 통과 필터링하여 반송파 부분만을 추출한 후 오차 검출부(203)로 출력한다. 즉, 반송파를 복구하는 반송파 복구부(106)에서는 6MHz의 대역폭 중 파일럿 주파수(p)가 존재하는 주파수 주변의 신호만을 필요로 하므로, 상기 저역 통과 필터(202)는 데이터 성분들이 존재하는 나머지 주파수 성분을 I, Q 신호로부터 제거하여 데이터에 의하여 반송파 복구부의 성능이 저하되는 것을 방지한다.

- <31> 상기 오차 검출부(203)는 상기 반송파 신호로부터 반송파의 잔류 오차를 검출하여 저역 통과 필터(204)로 출력한다. 즉, 상기 오차 검출부(203)에서 검출된 반송파의 잔류 오차는 순간적인 오검출을 방지하기 위하여 상기 저역 통과 필터(204)를 거쳐 NCO(205)로 출력된다. 상

기 NCO(205)는 상기 저역 통과 필터(204)의 출력으로부터 새로운 기준 반송파 신호(NCOI, NCOQ)를 생성하여 상기 복소 곱셈기(201)로 출력한다.

<32> 만약, 상기 반송파 복구부(106)에서 반송파 복구가 완전하게 이루어진다면 $\Delta\omega_c$ 및 ψ 는 모두 '0'이 되어, 상기 수학식 2는 하기의 수학식 3과 같이 된다.

<33>
$$I'(t) = I(t) + p$$

【수학식 3】
$$Q'(t) = Q(t)$$

<34> 그러면, 상기 심볼 클럭 복구부(107)는 상기 수학식 3의 신호로부터 심볼 클럭 복구를 진행하여 수신단의 모든 디지털 영역에서 사용하는 심볼 클럭을 생성한다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<35> 그러나, 상기 반송파 복구부(106)에서 반송파 복구가 완전하게 이루어지지 않으면, 상기 심볼 클럭 복구부(107)는 상기된 수학식 2와 같은 신호로부터 심볼 클럭 복구를 하게 되므로, 송신부에서 사용한 반송파 신호와 수신부에서 생성하는 기준 반송파 신호 사이의 주파수 및 위상 오차인 $\Delta\omega_c$ 와 ψ 의 영향을 받아 정상적인 심볼 클럭의 복구가 어렵게 된다.

<36> 즉, 도 1에서와 같이 반송파 복구부와 심볼 클럭 복구부가 순차적으로 연결된 구조에서는 반송파 복구부의 성능이 심볼 타이밍 복구부의 성능에 큰 영향을 끼치므로, 상기 심볼 클럭 복구부는 반송파 복구부에서 완전히 제거되지 않고 흘러 들어오는 잔류 주파수 및 위상 오차에 대해 영향을 받으며, 이는 심볼 클럭 복구부 전체의 성능에 악영향을 끼친다.

<37> 이는 심볼 클럭 복구부는 통상 반송파 복구부의 후단에 위치하게 되는데, 이미 반송파 복구부의 역할이 완전히 완료된 것을 가정하고 상기 심볼 클럭 복구부를 설계하기 때문이다.

그러므로, 반송파 복구가 완전하게 이루어지지 않으면 심볼 클럭의 복구 또한 불가능하게 되는 것이다.

- <38> 따라서, 본 발명의 출원인은 이를 해결하기 위하여 상기 반송파 복구부의 잔류 반송파 위상 에러에 상관없이 심볼 클럭을 복구하도록 하는 타이밍 복원 장치를 국내에 특허 출원(출원번호 : P02-041001, 출원일 : 2002.07.13)한 바 있다.
- <39> 그러나, 상기된 특허 출원의 경우 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음(고스트)이 존재하는 경우는 심볼 클럭 복구를 위하여 사용하는 주파수 대역의 신호가 아주 작아져서 주변 주파수에 존재하는 데이터의 영향을 받아 정상적인 동작을 하지 못하는 경우가 있다. 도 3a는 잡음이 없는 경우의 제공기 후 단의 덧셈기 출력 신호와 전치 필터의 주파수 특성이다. 도 3b는 전송 채널 상에 다중 경로 잡음의 지연이 1 심볼이고, 크기가 원 신호와 같고, 위상이 정 위상(inphase: 0°)인 경우의 주파수 및 전치 필터의 특성이다.
- <40> 도 3a에서는 심볼 클럭 복구부에서 사용하는 주파수 대역에 정보가 존재하며, 이의 크기 또한 커서 주변 주파수 대역에 신호가 존재하더라도 심볼 클럭 복구를 할 수 있다. 그러나, 도 3b와 같이 사용하는 주파수 대역에 거의 정보가 없는 경우에는 상대적으로 주변 주파수 대역의 정보, 즉 데이터의 영향이 커져서 심볼 클럭 복구를 방해하여 성능을 저하시킨다.
- <41> 본 발명의 목적은 상기된 특허 출원을 좀 더 보완한 것으로서, 심볼 클럭 복구부에서 사용하는 정보 주변의 주파수 신호를 효과적으로 감쇄시킴으로써, 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음이 존재하는 경우에도 심볼 클럭 복구를 정확하게 수행하는 디지털 TV 수신기 및 심볼 클럭 복구 장치를 제공함에 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <42> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 실시예에 따른 디지털 TV 수신기는, VSB 방식의 아날로그 통과대역 신호를 고정 발진자에서 생성된 고정 주파수로 샘플링하여 디지털 통과대역 신호로 변환하는 A/D 변환부와, 상기 VSB 디지털 통과대역 신호에 반송파 복구 과정을 통해 생성된 기준 반송파 신호를 곱하여 VSB 디지털 기저대역 신호로 변환하는 반송파 복구부와, 상기 반송파 복구부에서 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 2배의 심볼 클럭의 주파수로 재샘플링하여 각각 보간하는 재샘플링부와, 상기 재샘플링부에서 보간되어 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 방식의 실수 성분과 허수 성분의 신호로 변환하여 각각 고역 통과 필터링하고 제공하여 더한 후 타이밍 에러 정보를 검출하고, 검출된 타이밍 에러 정보로부터 보정된 2배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하여 상기 재샘플링부로 출력하는 심볼 클럭 복구부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <43> 본 발명의 제 2 실시예에 따른 디지털 TV 수신기는, VSB 아날로그 통과대역 신호를 2배의 심볼 클럭 주파수로 샘플링하여 VSB 디지털 통과대역 신호로 변환하는 A/D 변환부와, 상기 VSB 디지털 통과대역 신호에 반송파 복구 과정을 통해 생성된 기준 반송파 신호를 곱하여 VSB 디지털 기저대역 신호로 변환하는 반송파 복구부와, 상기 반송파 복구부에서 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 방식의 실수 성분과 허수 성분의 신호로 변환하여 각각 고역 통과 필터링하고 제공하여 더한 후 타이밍 에러 정보를 검출하고, 검출된 타이밍 에러 정보로부터 보정된 2배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하여 상기 A/D 변환부로 출력하는 심볼 클럭 복구부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <44> 본 발명에 따른 디지털 TV 수신기의 심볼 클럭 복구 장치는, VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 OQAM 변환

부와, 상기 OQAM 변환부에서 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호를 각각 고역 통과 필터링하여 데이터 구간의 정보를 제거하는 고역 통과 필터와, 상기 고역 통과 필터에서 필터링되어 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 OQAM 허수 성분의 신호를 각각 제공하여 더한 후 그 결과를 출력하는 제곱 연산부와, 상기 제곱 연산부의 출력으로부터 심볼 클럭 복구를 위해 특정 대역의 주파수만을 통과시키는 전치 필터와, 상기 전치 필터의 출력으로부터 타이밍 에러에 관한 정보를 검출하는 위상 오차 검출부와, 상기 위상 오차 검출부에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하고, 필터링된 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 새로 보정된 두배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하는 필터 및 NCO로 구성되는 것을 특징으로 한다.

<45> 본 발명의 다른 목적, 특징 및 잇점들은 첨부한 도면을 참조한 실시예들의 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.

<46> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예의 구성과 그 작용을 설명하며, 도면에 도시되고 또 이것에 의해서 설명되는 본 발명의 구성과 작용은 적어도 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해서 상기한 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지는 않는다.

<47> 도 4는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 디지털 TV 수신기의 구성 블록도로서, 심볼 클럭 복구부의 구성에 대해서만 기술한다.

<48> 상기 심볼 클럭 복구부(400)는 재샘플부(201)로부터 출력되는 VSB 전송 방식의 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호를 OQAM(Offset QAM) 전송 방식의 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 OQAM 변환부(401), 상기 OQAM 성분의 I,

Q 신호를 각각 고역 통과 필터링하는 고역 통과 필터(402), 상기 고역 통과 필터(402)에서 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호에 제곱을 취하는 제 1 제곱기(403), 상기 OQAM 허수 성분의 신호에 제곱을 취하는 제 2 제곱기(404), 상기 제 1, 제 2 제곱기(403,404)의 출력을 더하는 가산기(405), 상기 가산기(405)의 출력 스펙트럼의 에지 부분만을 통과시키는 전치 필터(406), 상기 전치 필터(406)를 통과한 신호로부터 타이밍 에러에 관한 정보로 출력하는 가드너(Gardner) 위상 오차 검출기(407), 상기 가드너 위상 오차 검출기(407)에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하는 루프 필터(408), 및 상기 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 출력 주파수를 변환시켜 상기 재샘플링부(201)의 샘플링 타이밍을 조절하는 NCO(409)로 구성된다.

<49> 이와 같이 구성된 본 발명의 제 1 실시예는, A/D 변환부(104)가 고정 발진자에서 발진된 고정 주파수(즉, 상기 고정 주파수는 심볼 클럭의 주파수와 다르며 보통 25MHz임)로 제 2 IF 신호를 샘플링시켜 디지털화한 경우이다. 즉, 송신측에서는 심볼 클럭 주파수(f_s)의 2배인 21.52MHz로 샘플링된 데이터가 전송되지만, 상기 A/D 변환부(104)에서 출력되는 데이터는 25MHz로 샘플링된 디지털 데이터이다.

<50> 이때, 상기 고정 발진자(202)에서 발진된 고정 주파수는 2배의 심볼 주파수($2f_s$)보다 높으며 조정이 안되므로 반송파 복구부(106)와 심볼 클럭 복구부(400) 사이에 재샘플링부(201)를 배치한다.

<51> 상기 재샘플링부(201)에서는 심볼 클럭 복구를 위해 상기 디지털 기저대역 신호를 2배의 심볼 클럭 주파수($2f_s$) 즉, 21.52MHz로 샘플링하여 출력하게 된다. 상

기 재샘플링부(201)는 기본적으로 샘플링 레이트를 바꿔주는 역할을 한다. 즉, 21.52MHz로 샘플링되어 수신된 데이터를 상기 A/D 변환부(104)에서 25MHz로 샘플링하여 출력하므로, 상기 재샘플부(201)에서는 다시 2배의 심볼 클럭 주파수 즉, 21.52MHz로 샘플링하여 출력하게 된다.

<52> 이를 위해 상기 재샘플링부(201)는 A/D 변환부(104)와 반송파 복구부(106)를 거쳐 출력되는 기저대역의 디지털 신호를 심볼 클럭 복구부(400)의 출력 주파수를 이용하여 2배의 심볼 클럭 주파수에 동기된 디지털 신호로 보간하여 심볼 클럭 복구부(107)로 출력함과 동시에, 채널 등화, 위상 추적, 에러 정정등을 위해 디지털 처리부(108)로 출력한다.

<53> 상기 심볼 클럭 복구부(400)는 현재 심볼들의 타이밍 에러를 구한 후 상기 타이밍 에러에 비례하는 주파수를 생성하여 상기 재샘플링부(201)로 출력한다.

<54> 즉, 상기 심볼 클럭 복구부(400)의 OQAM 변환부(401)는 상기 재샘플부(201)에서 21.52MHz로 재샘플링되어 출력되는 VSB I,Q 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 고정 발진 주파수를 곱하여 상기 기저대역 VSB I,Q 신호를 OQAM I,Q 신호로 변환하여 고역 통과 필터(402)로 출력한다.

<55> 도 5a 내지 도 5d는 실수 성분의 신호에 대한 주파수 스펙트럼으로서, 도 5a는 OQAM 변환부(401)로 입력되는 VSB 기저대역 I 신호이고, 도 5b는 상기 OQAM 변환부(401)에서 출력되는 OQAM I 신호이다. 그리고, 도 5c는 고역 통과 필터(402)의 주파수 특성이며, 도 5d는 상기 도 5c와 같은 주파수 특성을 갖는 고역 통과 필터(402)를 통과한 OQAM I 신호이다.

<56> 즉, 상기 고역 통과 필터(402)는 상기 OQAM I,Q 신호로부터 데이터 구간의 정보를 제거한 후 제 1, 제 2 제공기(403,404)로 출력한다.

- <57> 상기 제 1, 제 2 제공기(403,404)는 OQAM I, OQAM Q 신호를 각각 제공한 후 가산기(405)로 출력하고, 가산기(405)는 제공된 OQAM I, OQAM Q 신호를 더하여 전치 필터(406)로 출력한다.
- <58> 상기 전치 필터(406)는 상기 가산기(405)에서 출력되는 신호로부터 타이밍 정보를 구할 수 있는 스펙트럼의 에지 부분만을 통과시켜 가드너 위상 오차 검출부(407)로 출력한다. 상기 가드너 위상 오차 검출부(407)는 입력되는 인접한 두 개의 심볼 샘플들의 차값에 하나의 중간 샘플 값을 곱하여 타이밍 에러에 관한 정보를 구한 후 루프 필터(408)로 출력한다. 상기 루프 필터(408)는 상기 가드너 위상 오차 검출부(407)에서 추출된 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하여 NCO(409)로 출력한다. 상기 NCO(409)는 상기 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 출력 주파수를 변환시켜 상기 재샘플부(201)의 샘플링 타이밍을 조절한다.
- <59> 도 6은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 디지털 TV 수신기의 구성 블록도로서, 심볼 클럭 복구부의 동작 및 구성은 상기된 도 4와 동일하지만, 대신 A/D 변환부(104)에 입력되는 클럭의 주파수가 고정 주파수가 아닌 2배의 심볼 클럭 주파수($2f_s$)인 경우에 대한 실시예이다. 도 6의 경우는 A/D 변환부(104)에서 2배의 심볼 클럭 주파수($2f_s$)로 제 2 IF 신호를 샘플링하여 디지털 통과대역 신호로 변환하므로 반송파 복구부(106)와 심볼 클럭 복구부(600) 사이에 재샘플링부가 필요없게 된다. 따라서, 그만큼 하드웨어 부담을 줄일 수 있다.
- <60> 이때, 상기 심볼 클럭 복구부(600)에서 검출된 현재 심볼의 타이밍 에러 정보를 저역 통과 필터링하는 루프 필터(608)의 출력은 새로운 2배의 심볼 클럭 주파수($2f_s$)를 생성하는 가변 발진자(voltage controlled oscillator, 609)로 입력되고, 상기 가변 발진자(609)에서는 저역 통과 필터링된 타이밍 에러 정보로부터 새로이 생성된 2배의 심볼 클럭 주파수($2f_s$)를 생성하여 상기 A/D 변환부(104)로 출력한다.

<61> 이때, 상기된 본 발명의 제 1, 제 2 실시예의 심볼 클럭 복구부에서 고역 통과 필터가 없다면 OQAM 변환부의 역할은 전혀 필요없게 된다. 이는 두개의 제공기와 덧셈기의 출력은 입력 신호가 꼭 기저 대역 신호가 아니라도, 도 3과 같은 신호로 변형시켜 주기 때문이다. 그러나 고역 통과 필터를 두개의 제공기 앞단에 사용하게 되면 데이터가 존재하는 주파수 영역은 대부분 제거되고, 심볼 클럭 복구에 필요한 성분만 제공기로 입력되므로 심볼 클럭 복구부의 잔류 지터(jitter) 특성이 향상된다. 또한 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음이 존재하더라도, 데이터에 의한 동작의 방해를 받지 않기 때문에 심볼 클럭 복구부의 성능이 향상된다.

<62> 본 발명은 VSB 변조를 이용하는 ATSC 방식의 모든 지상파 디지털 방송 수신기에 적용 가능하다

【발명의 효과】

<63> 이상에서와 같이 본 발명에 따른 디지털 TV 수신기 및 심볼 클럭 복구 장치에 의하면, VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 방식의 실수 성분과 허수 성분의 신호로 변환하여 각각 고역 통과 필터링하고 제공하여 더한 후 타이밍 에러 정보를 검출하고, 검출된 타이밍 에러 정보로부터 보정된 2배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하는 심볼 클럭 복구를 수행함으로써, 심볼 클럭 복구부는 잔류 반송파 성분의 받지 않고 동작할 수 있다.

<64> 특히, 본 발명은 심볼 클럭 복구부에서 사용하는 정보 주변의 주파수 신호를 효과적으로 감쇄시킴으로써, 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음이 존재하는 경우에도 정확한 심볼 클럭 복구를 수행할 수 있으므로 심볼 클럭 복구 알고리즘의 성능뿐만 아니라 시스템 전체의 성능을 개선시킬 수 있다.

- <65> 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술 사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다.
- <66> 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 실시예에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의하여 정해져야 한다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

VSB 방식의 아날로그 통과대역 신호를 고정 발진자에서 생성된 고정 주파수로 샘플링하여 디지털 통과대역 신호로 변환하는 A/D 변환부;

상기 VSB 디지털 통과대역 신호에 반송파 복구 과정을 통해 생성된 기준 반송파 신호를 곱하여 VSB 디지털 기저대역 신호로 변환하는 반송파 복구부;

상기 반송파 복구부에서 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 2배의 심볼 클럭의 주파수로 재샘플링하여 각각 보간하는 재샘플링부; 그리고

상기 재샘플링부에서 보간되어 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 방식의 실수 성분과 허수 성분의 신호로 변환하여 각각 고역 통과 필터링하고 제곱하여 더한 후 타이밍 에러 정보를 검출하고, 검출된 타이밍 에러 정보로부터 보정된 2배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하여 상기 재샘플링부로 출력하는 심볼 클럭 복구부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 디지털 TV 수신기.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 심볼 클럭 복구부는

상기 재샘플링부에서 보간되어 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호를 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 OQAM 변환부와,

상기 OQAM 변환부에서 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호를 각각 고역 통과 필터링하여 데이터 구간의 정보를 제거하는 고역 통과 필터와,

상기 고역 통과 필터에서 필터링되어 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 OQAM 허수 성분의 신호를 각각 제공하여 더한 후 그 결과를 출력하는 제곱 연산부와,

상기 제곱 연산부의 출력으로부터 심볼 클럭 복구를 위해 특정 대역의 주파수만을 통과시키는 전치 필터와,

상기 전치 필터의 출력으로부터 타이밍 에러에 관한 정보를 검출하는 위상 오차 검출부와,

상기 위상 오차 검출부에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하고, 필터링된 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 새로 보정된 두배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하여 상기 재샘플링부로 출력하는 필터 및 NCO로 구성되는 것을 특징으로 하는 디지털 TV 수신기.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 상기 OQAM 변환부는

상기 재샘플링부에서 보간되어 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 고정 발진 주파수를 곱하여 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 디지털 TV 수신기.

【청구항 4】

VSB 아날로그 통과대역 신호를 2배의 심볼 클럭 주파수로 샘플링하여 VSB 디지털 통과대역 신호로 변환하는 A/D 변환부;

상기 VSB 디지털 통과대역 신호에 반송파 복구 과정을 통해 생성된 기준 반송파 신호를 곱하여 VSB 디지털 기저대역 신호로 변환하는 반송파 복구부; 그리고

상기 반송파 복구부에서 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 방식의 실수 성분과 허수 성분의 신호로 변환하여 각각 고역 통과 필터링하고 제공하여 더한 후 타이밍 에러 정보를 검출하고, 검출된 타이밍 에러 정보로부터 보정된 2배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하여 상기 A/D 변환부로 출력하는 심볼 클럭 복구부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 디지털 TV 수신기.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서, 상기 심볼 클럭 복구부는

상기 반송파 복구부에서 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 OQAM 변환부와,

상기 OQAM 변환부에서 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호를 각각 고역 통과 필터링하여 데이터 구간의 정보를 제거하는 고역 통과 필터와,

상기 고역 통과 필터에서 필터링되어 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 OQAM 허수 성분의 신호를 각각 제공하여 더한 후 그 결과를 출력하는 제곱 연산부와,

상기 제곱 연산부의 출력으로부터 심볼 클럭 복구를 위해 특정 대역의 주파수만을 통과시키는 전치 필터와,

상기 전치 필터의 출력으로부터 타이밍 에러에 관한 정보를 검출하는 위상 오차 검출부와,

상기 위상 오차 검출부에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링 하고, 필터링된 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 새로 보정된 두배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하여 상기 A/D 변환부로 출력하는 필터 및 NCO로 구성되는 것을 특징으로 하는 디지털 TV 수신기.

【청구항 6】

제 5 항에 있어서, 상기 OQAM 변환부는

상기 반송파 복구부에서 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 고정 발진 주파수를 곱하여 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 디지털 TV 수신기.

【청구항 7】

잔류측파대(VSB) 변조 방식으로 전송되는 데이터를 수신하여 디지털화한 후 디지털화된 통과대역 VSB 신호에 반송파 복구 과정을 통해 생성된 복소 반송파를 곱하여 VSB 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호로 변환하는 반송파 복구부가 구비된 디지털 TV 수신기의 심볼 클럭 복구 장치에 있어서,

상기 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 OQAM 변환부;

상기 OQAM 변환부에서 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호를 각각 고역 통과 필터링하여 데이터 구간의 정보를 제거하는 고역 통과 필터;

상기 고역 통과 필터에서 필터링되어 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 OQAM 허수 성분의 신호를 각각 제공하여 더한 후 그 결과를 출력하는 제곱 연산부;

상기 제곱 연산부의 출력으로부터 심볼 클럭 복구를 위해 특정 대역의 주파수만을 통과시키는 전치 필터;

상기 전치 필터의 출력으로부터 타이밍 에러에 관한 정보를 검출하는 위상 오차 검출부; 그리고

상기 위상 오차 검출부에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하고, 필터링된 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 새로 보정된 두배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하는 필터 및 NCO로 구성되는 것을 특징으로 하는 심볼 클럭 복구 장치.

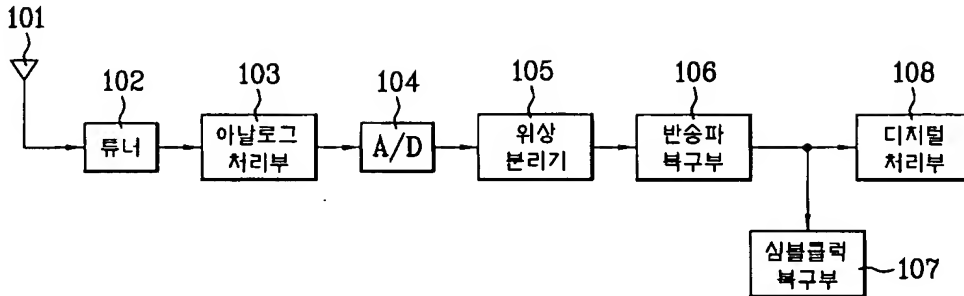
【청구항 8】

제 7 항에 있어서, 상기 OQAM 변환부는

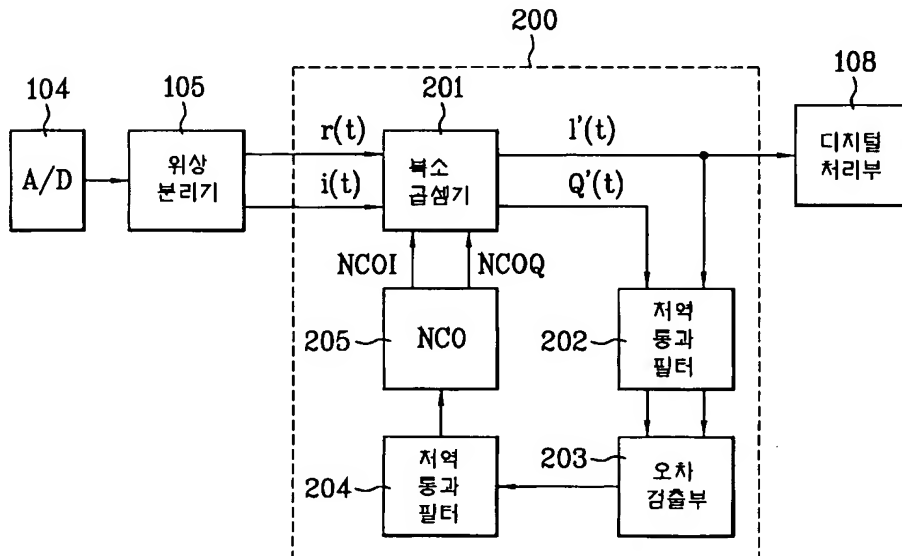
상기 반송파 복구부에서 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 고정 발진 주파수를 곱하여 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 디지털 TV 수신기.

【도면】

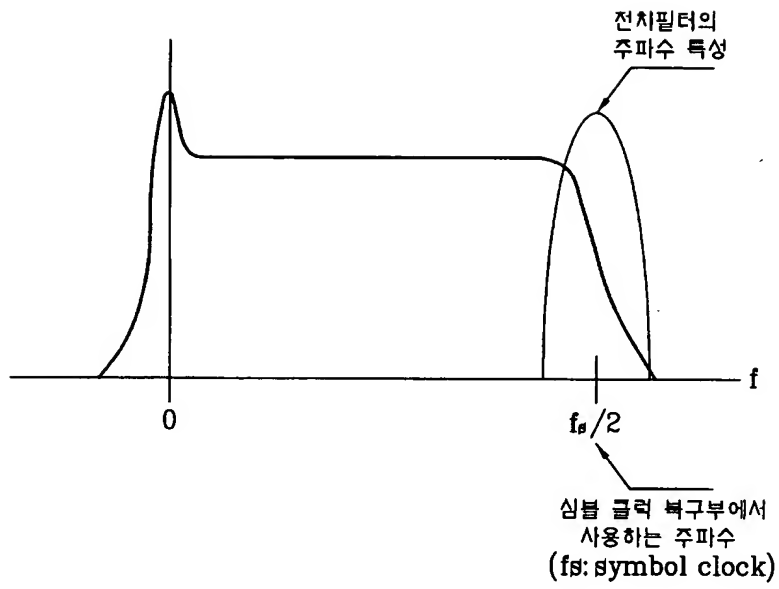
【도 1】



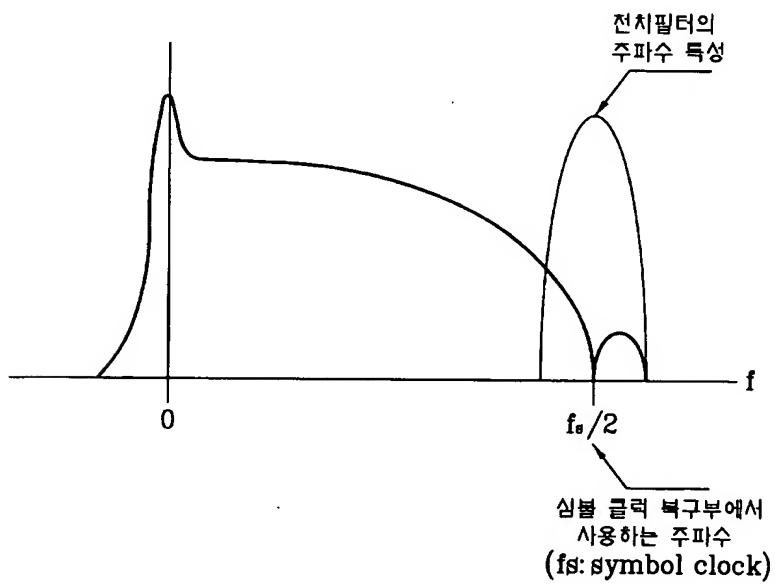
【도 2】



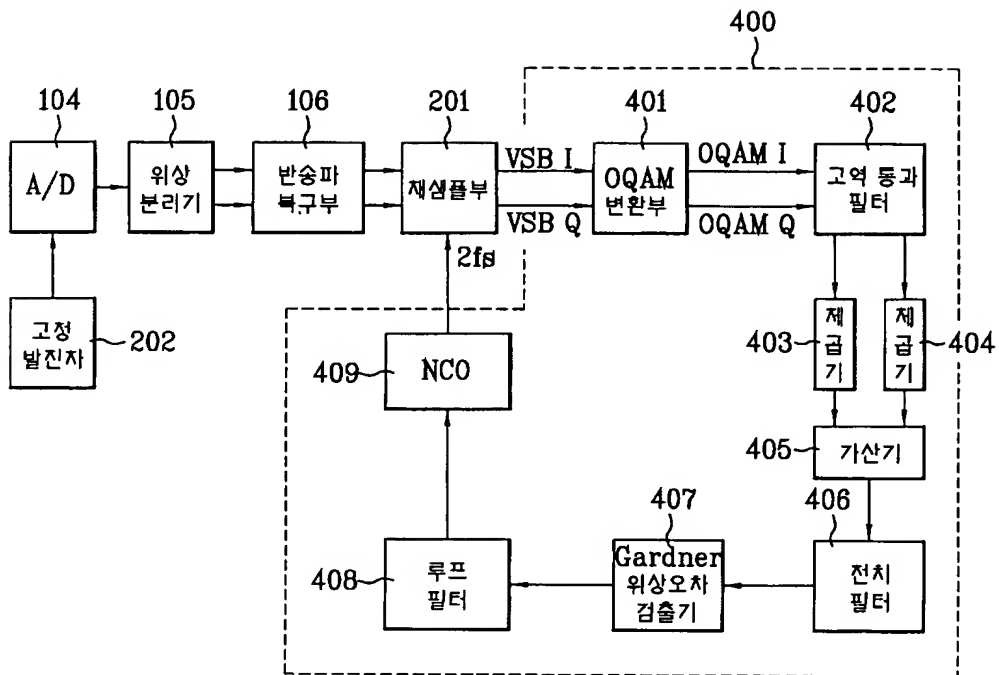
【도 3a】



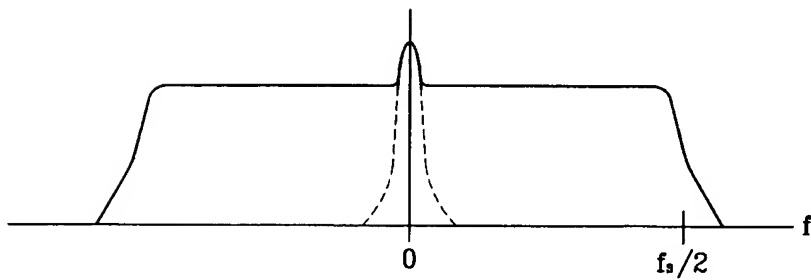
【도 3b】



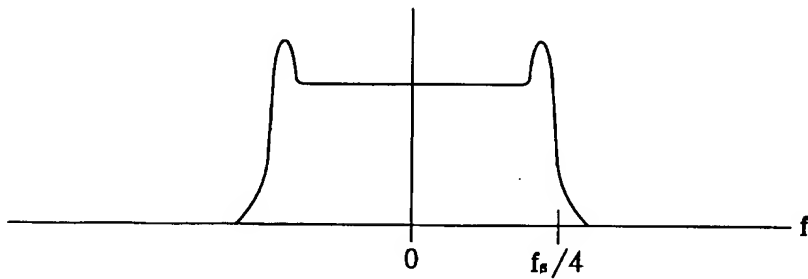
【도 4】



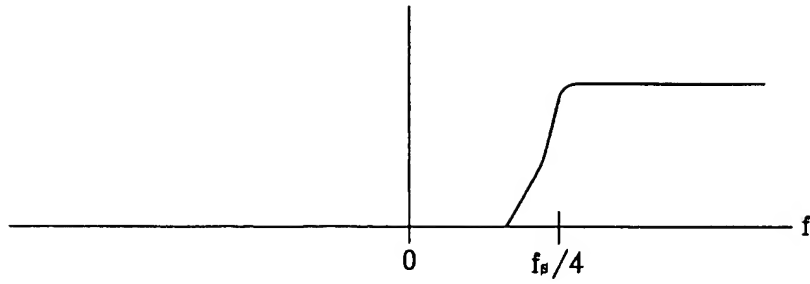
【도 5a】



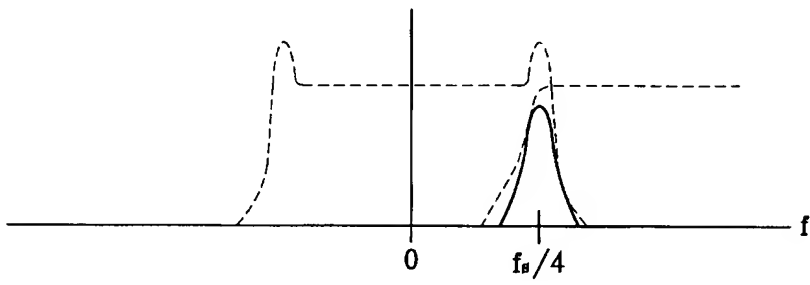
【도 5b】



【도 5c】



【도 5d】



【도 6】

